

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000408

International filing date: 09 March 2005 (09.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 012 746.8  
Filing date: 15 March 2004 (15.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 11 May 2005 (11.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 10 2004 012 746.8

**Anmeldetag:** 15. März 2004

**Anmelder/Inhaber:** ThyssenKrupp Transrapid GmbH, 34127 Kassel/DE

**Bezeichnung:** Magnetanordnung für ein Magnetschwebefahrzeug

**IPC:** B 60 L, H 02 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. April 2005  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke.

Kahle

**DE 8708**

Patentanwalt  
Diplom-Physiker  
**Reinfried Frhr. v. Schorlemer**

Karthäuserstr. 5A  
34117 Kassel  
Allemagne

Telefon/Telephone (0561) 15335  
(0561)780031  
Telefax/Telecopier (0561)780032

ThyssenKrupp Transrapid GmbH, 34127 Kassel

Magnetanordnung für ein Magnetschwebefahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Magnetanordnung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

- Bekannte Magnetanordnungen dieser Art dienen den Funktionen "Tragen" und/oder
- 5 "Führen" und sind zu diesem Zweck jeweils mit einer Anzahl von Magnetpolen versehen. Sie weisen außerdem Spaltsensoren auf, die die Spalte zwischen den Magnetpolen und dem Fahrweg für das Magnetschwebefahrzeug, d. h. z. B. den Abstand der Magnetpole vom Langstator eines Langstator-Linearmotors oder einer
- 10 Seitenführschiene messen. Die Meßsignale werden Regelkreisen zugeführt, die mit den Wicklungen der Magnetpole verbunden sind und den Strom durch diese Wicklungen so regeln, daß die Spalte zwischen den Magnetpolen und dem Fahrweg beim Betrieb im wesentlichen gleich groß bleiben.

- Die beschriebenen Magnetanordnungen enthalten ferner eine Energieversorgungsein-
- 15 heit, die die für das Bordnetz erforderliche Energie bereitstellt, von dem die Regelkreise und die im Magnetschwebefahrzeug befindlichen, elektrischen Geräte wie z. B. Heizgeräte, Lampen od. dgl. mit Energie versorgt werden. Die Energieversorgungseinheit enthält bei den bekannten Magnetanordnungen (z. B. DE 34 10 119 A1) zusätzliche, in ausgewählten Magnetpolen ausgebildete Wicklungen für einen Linear-

- 2 -

generator. In diesen Wicklungen werden von der Geschwindigkeit des Magnetschwebefahrzeugs abhängige Spannungen induziert, die mit Hilfe von Spannungswandlern wie z. B. Hochsetzstellern auf die im Bordnetz verwendete Spannung von z. B. 440 V gebracht werden.

5

- Die beschriebenen Komponenten sind an unterschiedlichen Stellen im Magnetschwebefahrzeug angeordnet. Während die untereinander durch sog. Polrücken verbundenen Magnetpole an starren, mit einem Wagenkasten verbundenen Magnetrückenkasten der Magnetanordnungen befestigt sind, sind die Spaltsensoren und die Wicklungen der
- 10 Lineargeneratoren unmittelbar in die die Magnetpole aufweisenden Teile der Magnetanordnung integriert. Schließlich sind die restlichen Komponenten des Regelkreises wie z. B. die Regler und die Stellglieder sowie die Hochsetzsteller der Energieversorgungseinheit in einem Raum unterhalb einer Fahrgastzelle des Wagenkastens untergebracht. Dabei ist es möglich, einen Tragsmagneten und einen Führungsmagneten zu
- 15 einem kompakten Modul zusammenzufassen.

- Aufgrund dieser Konstruktion ergibt sich u. a. ein erheblicher Aufwand an zu verlegenden elektrischen Leitungen. Die im Bereich der Magnetpole erzeugte Energie und die von den Spaltsensoren generierten Signale müßten zu den im Wagenkasten
- 20 befindlichen Komponenten und von dort zurück zu den Magnetpolen übertragen werden. Wird jede Magnetanordnung, was allgemein üblich ist, aus Redundanzgründen in zwei unabhängig voneinander betreibbare Gruppen von Magnetpolen unterteilt, verdoppelt sich der Aufwand an Verkabelung. Das gilt insbesondere dann,
- 25 andere Einrichtungen wie Schweberrahmen, Gestellbügel od. dgl. angeordnet sind, die die Längen der zu verlegenden Kabel erheblich vergrößern. Zusätzlich müssen Leitungen verlegt werden, die zu Pufferbatterien des Bordnetzes bzw. von diesen weg führen.
- 30 Neben dem erforderlichen Aufwand an Kabeln stört bei derartigen Magnetanordnungen auch der Reparatur- und Wartungsaufwand, der aus den unterschiedlichen

- 3 -

Einbauorten für die beschriebenen Komponenten resultiert.

Bei allem ist schließlich zu berücksichtigen, daß das Systemmaß üblicher Magnetschwebefahrzeuge z. B. ca. 3096 mm beträgt und daher in Längsrichtung eines

- 5 Magnetschwebefahrzeugs eine Vielzahl von hintereinander angeordneten Magnetanordnungen der beschriebenen Art vorgesehen ist.

- Ausgehend davon liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, die Magnetanordnung der eingangs bezeichneten Gattung so auszubilden, daß der Aufwand für
- 10 das Verlegen von Kabeln und für die Durchführung von Reparatur- und Wartungsarbeiten merklich reduziert wird.

Zur Lösung dieses Problems dienen die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

- 15 Die Erfindung bringt den Vorteil mit sich, daß alle für die Regelung und die Energieversorgung der Magnetpole erforderlichen Komponenten integrale Bestandteile der zugehörigen Magnetanordnung sind. Jede Magnetanordnung bildet dadurch eine mechatronische, autonome Baueinheit. Darunter wird erfindungsgemäß verstanden, daß die Magnetanordnung alle Komponenten in sich vereinigt, die zur Herbeiführung
- 20 der gewünschten Funktion wie z. B. des Schwebezustands erforderlich sind. Mit besonderem Vorteil werden zu diesem Zweck die Regelkreise und die Energieversorgungseinheiten für die Magnetanordnungen im Magnetrücken und damit in unmittelbarer Nähe der Magnetpole untergebracht. Da der Magnetrücken aus Gründen der Steifigkeit ohnehin zweckmäßig aus Hohlkörper ausgebildet ist, bietet er ohne
- 25 weiteres Platz für alle elektrischen Komponenten. Dadurch werden erhebliche Einsparungen an Einbauraum und Verkabelung sowie an Gewicht und Kosten erzielt. Außerdem werden Reparatur- und Wartungsarbeiten erleichtert, weil der Magnetrücken von außen leicht zugänglich ist und mit einer äußeren, leicht abnehmbaren Verkleidung versehen werden kann, nach deren Entfernung die mit Hilfe von Ein-
- 30 schüben od. dgl. im Magnetrücken montierten Komponenten sofort zugänglich sind.

- 4 -

Weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in unterschiedlichen Maßstäben gehaltenen Zeichnungen an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

5

Fig. 1 schematisch einen Teilschnitt durch ein übliches Magnetschwebefahrzeug im Bereich eines mit einem Langstator versehenen Fahrwegs;

Fig. 2 und 3 in perspektivischen Darstellungen einen Modul mit zwei Magnetanordnungen des Magnetschwebefahrzeugs nach Fig. 1 von der Fahrwegseite bzw. von der Außenseite;

10

Fig. 4 schematisch einen Regelkreis für die Magnetanordnungen nach Fig. 2 und 3;

Fig. 5 eine der Fig. 3 entsprechende Darstellung des Moduls, jedoch nach Entfernung einer vorderen Verkleidung und mit Blick auf verschiedene, in einem Magnetrücken montierte Komponenten;

15

Fig. 6 eine schematische Vorderansicht einer der Magnetanordnungen nach Fig. 5 mit weiteren Einzelheiten;

20

Fig. 7 einen Schnitt längs der Linie VII - VII der Fig. 6;

Fig. 8 ein schematisches Schaltbild für die Magnetanordnung nach Fig. 6 bei erfindungsgemäßer Einzelansteuerung ihrer Magnetpole;

25

Fig. 9 einen der Fig. 1 ähnlichen, jedoch vergrößerten Teilschnitt zur Darstellung einer berührungslosen Energieübertragung vom Fahrweg auf das Magnetschwebefahrzeug;

30

Fig. 10 die Vorderansicht einer Magnetanordnung mit einer Empfängerspule für die

- 5 -

berührungslose Energieübertragung, von der Seite eines Trägers des Fahrwegs her gesehen;

Fig. 11 einen Schnitt längs der Linie XI - XI der Fig. 10;

5

Fig. 12 eine perspektivische Vorderansicht der Magnetanordnung nach Fig. 10; und

Fig. 13 eine vergrößerte Einzelheit X der Fig. 11.

- 10 Fig. 1 zeigt schematisch einen Querschnitt durch ein Magnetschwebefahrzeug 1, das in üblicher Weise auf einem in Längsrichtung einer Trasse verlaufenden Fahrweg
- fabrbar montiert ist, der aus Stahl und/oder Beton hergestellte Träger 2 und auf diesen montierte Fahrwegplatten 3 enthält. Der Antrieb des Magnetschwebefahrzeugs 1 erfolgt mittels eines Langstatormotors, der unterhalb der Fahrwegplatte 3 befestigte, in
- 15 deren Längsrichtung aufeinander folgende Statorpakete 4 aufweist. Die Statorpakete 4 weisen abwechselnd aufeinander folgende, nicht dargestellte Zähne und Nuten auf, in die Wicklungen eingelegt sind, die mit Drehstrom variabler Amplitude und Frequenz gespeist werden. Das eigentliche Erregerfeld des Langstatormotors wird durch
- wenigstens eine erste, als Tragmagnet 5 wirkende Magnetanordnung erzeugt, die mit
- 20 wenigstens einem seitlichen Gestellbügel 6 am Magnetschwebefahrzeug 1 befestigt ist und den in Fig. 1 nach unten offenen Nuten der Statorpakete 4 zugewandte Magnetpo-
- le aufweist. Der Tragmagnet 5 stellt nicht nur das Erregerfeld bereit, sondern erfüllt auch die Funktion des Tragens und Schwebens, indem er beim Betrieb des Magnet-
- schwebefahrzeugs 1 einen vorgegebenen Spalt 7 von z. B. 10 mm zwischen dem
- 25 Tragmagneten 5 und den Statorpaketen 4 aufrecht erhält.

Zur Spurführung des Magnetschwebefahrzeugs 1 weist die Fahrwegplatte 3 seitlich angebrachte Führschiene 8 auf, denen ebenfalls an den Gestellbügeln 6 montierte

Führmagnete 9 gegenüberstehen, die beim Betrieb dazu dienen, zwischen sich und der

30 Führschiene 8 einen dem Spalt 7 entsprechenden Spalt 7a aufrechtzuerhalten.

9

- 6 -

Gemäß Fig. 2 und 3 bilden der in Fig. 1 gezeigte Tragmagnet 5 und der Führungsmagnet 9 jeweils ein an den Gestellbügeln 6 befestigtes Modul mit je einer Magnetanordnung 10 bzw. 10a für die Funktionen "Tragen" bzw. "Führen". Es ist jedoch klar, daß am Magnetschwebefahrzeug 1 seitlich nebeneinander und in Fahrtrichtung hintereinander 5 in der Regel eine Vielzahl derartiger Module angebracht sein kann.

- Die Magnetanordnung 10 für die Funktion "Tragen" enthält zwölf hintereinander angeordnete Magnetpole 11, deren elektrisch in Reihe geschaltete Wicklungen 12 und Kerne 14, die in Fig. 2 für einen der Magnetpole 11a schematisch angedeutet sind, 10 normalerweise rundum von einem Korrosionsschutz in Form einer Gießharzschicht od. dgl. umgeben sind. Die Kerne 14 der einzelnen Magnetpole 11 sind untereinander durch nicht gezeigte Polrücken miteinander und mittels ebenfalls nicht dargestellter Polwangen und diese durchragender Stäbe an einem nachfolgend kurz als Magnetrücken bezeichneten Magnetrückenkasten 15 der Magnetanordnung 10 befestigt. An 15 diesem Magnetrücken 15 greifen über Primärfedern die Gestellbügel 6 an, die mit einem biegesteifen, Längs- und Querverbinder aufweisenden Untergestell bzw. Schweberahmen 16 verbunden sind, auf dem ein mit einer Fahrgastzelle versehener Wagenkasten 17 des Magnetschwebefahrzeugs 1 (Fig. 1) abgestützt ist.
- 20 Magnetschwebefahrzeuge 1 und deren Magnetanordnungen sind dem Fachmann z. B. aus den Druckschriften US-PS 4,698,895, DE 39 28 278 A1, DE 39 28 278 A1 und PCT WO 97/30 50 4 A1 allgemein bekannt, die hiermit der Einfachheit halber durch Referenz zum Gegenstand der vorliegenden Offenbarung gemacht werden.
- 25 Zur Regelung der Wicklungen 12 der Magnetpole 11 derart, daß der Spalt 7 bei der Fahrt des Magnetschwebefahrzeugs 1 konstant bleibt, dient ein Regelkreis 18 nach Fig. 4. Dieser enthält wenigstens einen, vorzugsweise mehrere Spaltsensoren 19 (vgl. auch Fig. 2), die an dieselbe Ebene wie die Magnetpole 11 grenzen, mit induktiven oder kapazitiven Mitteln die aktuelle Größe des Spalts 7 messen und als Istwertgeber für den Regelkreis 18 dienen. Die vom Spaltsensor 19 abgegebenen elektrischen 30 Signale werden einem Regler 20 zugeführt und in diesem mit einem über eine Leitung



- 7 -

21 fest vorgegebenen oder adaptierten Sollwert verglichen. Der Regler 20 ermittelt daraus ein Differenz- bzw. Stellsignal für ein Stellglied 22, das seinerseits den Strom durch die Wicklungen 12 so steuert, daß der Spalt 7 eine im wesentlichen konstante Größe hat und während der Fahrt beibehält.

5

Zur Versorgung des Regelkreises 18 mit der erforderlichen Betriebsspannung dient in Fig. 4 eine Energieversorgungseinheit, die in wenigstens einem Magnetpol (z. B. 11a in Fig. 2) angebrachte Wicklungen 23 eines Lineargenerators enthält, die im Zusammenwirken mit dem Langstator eine von der Geschwindigkeit des Magnetschwebefahrzeugs 1 abhängige Wechselspannung von z. B. bis 300 V liefern. Diese Spannung wird in einem z. B. einen Hochsetzsteller aufweisenden Spannungswandler 24 in eine für den Betrieb vorgesehene Gleichspannung von z. B. 440 V umgewandelt, die einerseits mittels einer Leitung 25 an den Regler 20 und das Stellglied 22 gelegt, andererseits über eine Leitung 26 an das Bordnetz des Magnetschwebefahrzeugs 1 weitergeleitet wird.

15

Während der Regler 20, das Stellglied 22 und der Spannungswandler 24 bisher irgendwo, vorzugsweise im Boden des Wagenkastens 17 untergebracht sind, was umfangreiche, durch das Bezugszeichen 27 in Fig. 3 angedeutete Verkabelungen erforderlich macht, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, diese Komponenten sämtlich im Magnetrücken 15 der Magnetanordnung 10 unterzubringen. Dies ergibt sich insbesondere aus Fig. 5, die eine Ansicht des Magnetrückens 15 nach Entfernung einer zum Fahrweg 3 hin gerichteten Verkleidung 28 (Fig. 2) zeigt. Mit den Bezugszeichen 29 sind beispielhaft Öffnungen im Magnetrückens 15 angedeutet, die zur Aufnahme von Einschüben 30 dienen, die den Regelkreis 18 und dessen Komponenten 20 bis 22 sowie die Spannungswandler 24 der Energieversorgungseinheit aufnehmen. Zweckmäßig sind die Einschübe so gestaltet, daß nach ihrer Montage ohne weitere Zusatzarbeiten die richtigen Kontaktierungen hergestellt, d.h. die Öffnungen 29 und Einschübe 30 mit zusammenwirkenden Steck- und Einschubmitteln oder dergleichen versehen sind.

30

- 8 -

- Die Unterbringung des Regelkreises 18 und des Spannungswandlers 24 im Magnet-  
rücken 15 ist ohne Probleme möglich, weil der Magnetrücken 15 bei bekannten  
Magnetanordnungen 10 im wesentlichen aus einem Hohlkörper mit U-Profil besteht,  
so daß er ausreichend Platz bietet. Dadurch gelingt es, auf die Verkabelung 27  
5 weitgehend zu verzichten, da praktisch nur noch die zum Bordnetz führende Leitung  
26 sowie etwa benötigte Leitungen für Steuerungs- und Diagnoseaufgaben aus dem  
Magnetrücken 15 herausgeführt werden brauchen. Alle übrigen Leitungen können im  
Magnetrücken 15 verlaufen und von dort auf kürzestem Weg zu den Spaltsensoren 19  
sowie den Wicklungen 12 und 23 geführt werden. Daraus folgt, daß die gesamte  
10 Magnetanordnung 10 einschließlich der Magnetpole 11, des Regelkreises 18, der  
Energieversorgungseinheit 23, 24 und der Verkabelung eine autonome, mechatroni-  
sche Baueinheit bildet, in die alle für die Schwebefähigkeit erforderlichen Funktionali-  
täten integriert sind. Bei Bedarf können zusätzlich Pufferbatterien im Magnetrücken 15  
untergebracht sein, die beim Stillstand oder bei zu langsamer Fahrt des Magnet-  
15 schwebefahrzeugs 1 die erforderliche Energie liefern.

- Das in Fig. 2 gezeigte Modul weist außer der Magnetanordnung 10 für die Funktion  
"Tragen" eine weitere Magnetanordnung 10a mit Magnetpolen 32 für die Funktion  
"Führen" auf. Die Magnetanordnung 10a ist ebenfalls in der Nähe des Magnetrückens  
20 15a (Fig. 3) vorgesehen und zweckmäßig innerhalb desselben Rastermaßes von z. B.  
3096 mm untergebracht, das auch für die Magnetanordnung 10 gilt. Den Magneten-  
polen 32 sind analog zu den Spaltsensoren 19 ausgebildete weitere Spaltsensoren 19a  
zugeordnet, die mit weiteren, nicht dargestellten und wie die Regelkreise 18 ausgebil-  
deten Regelkreisen verbunden sind, die dem Zweck dienen, den Spalt 7a zwischen den  
25 Magnetpolen 32 und der Seitenführschiene 8 (Fig. 1) konstant zu halten. Für die  
weiteren Regelkreise gilt im wesentlichen dasselbe, wie oben anhand der Regelkreise  
18 beschrieben wurde. Die Energieversorgung dieser Regelkreise erfolgt dabei  
zweckmäßig mit Hilfe der Energieversorgungseinheiten 23 und 24, da die Führ-  
magnete normalerweise keine Wicklungen von Lineargeneratoren aufweisen. Anders  
30 als bei der Magnetanordnung 10 sind bei der Magnetanordnung 10a nur drei Magnet-  
pole 32 vorhanden, die durch zwei Reihen von je drei Wicklungen gebildet werden.

12

- 9 -

Die für die Funktion "Tragen" bestimmte Magnetanordnung 10 besitzt zwölf Magnetpole 11, die in zwei Gruppen von je sechs unmittelbar nebeneinander liegenden Magnetpolen eingeteilt sind. Dabei wird jede dieser Gruppen durch je einen Regelkreis 18 geregelt und zweckmäßig auch durch je eine der Gruppe einzeln zugeordnete Energieversorgungseinheit 23, 24 mit Strom versorgt. Dadurch wird einerseits der Vorteil erzielt, daß beim Ausfall einer Gruppe die jeweils andere Gruppe weiter arbeitet. Andererseits wird der zugehörige Schweberahmen 16 mit seinen biegesteifen Längs- und Querverbindern beim Ausfall einer Gruppe durch eine zugeordnete Gruppe einer benachbarten Magnetanordnung, die dann vorzugsweise mit einem entsprechend höheren Strom beaufschlagt wird, in seiner Lage gehalten, ohne daß das Magnet-schwebefahrzeug 1 auf eine Gleitschiene abgesetzt wird oder die Magnetanordnung 10 an den Langstator anschlägt. Allerdings ergeben sich dadurch die beiden folgenden Nachteile.

- 15 Ein erster Nachteil der gruppenweisen Zusammenfassung von je sechs Magnetpolen 11 besteht darin, daß in ihren Wicklungen 12 vergleichsweise hohe Spannungen auftreten können. Diese werden vor allem durch kapazitive Spannungsüberhöhungen verursacht, die sich aufgrund der Herstellung der Wicklungen der Magnetpole 11 aus Leitungsbändern und die dadurch erzeugten, parasitären Kapazitäten ergeben. Die aus den
- 20 Induktivitäten der Wicklungen und den parasitären Kapazitäten gebildeten elektrischen Schwingkreise führen bei der Anregung der Magnetanordnung 10 zu Resonanzschwingungen, die so hohe Spannungen und Ströme zur Folge haben können, daß Isolationsschäden auftreten. Ein weiterer Nachteil ist, daß die Regelkreise 18 mit besonderen Sicherheitseinrichtungen versehen werden müssen, die beim fehlerhaften Arbeiten
- 25 eines Stellgliedes 22 (Fig. 4) verhindern, daß die zugeordnete Gruppe von Magnetpolen 11 an den Langstator anschlägt.

Erfindungsgemäß wird zur Vermeidung dieser Nachteile vorgeschlagen, daß jede Gruppe nur einen Magnetpol 11 oder höchstens zwei Magnetpole 11 enthält. Eine

30 derartige Aufteilung der Magnetpole 11 ist in Fig. 6 bis 8 dargestellt. Die Magnetanordnung 10 enthält hier zwölf Magnetpole 11a bis 11l mit Wicklungen 12, nur

- 10 -

teilweise dargestellten Spaltsensoren 19 sowie den Wicklungen 23 des Lineargenerators. Außerdem sind wie in Fig. 2 der Magnetrücken 15 und Einschübe 30 angedeutet, die die Regelkreise 18 und Energieversorgungseinheiten enthalten, wobei allerdings die in den Einschüben 30 enthaltenen Komponenten zum besseren Verständnis in Fig. 8 unterhalb des Magnetrückens 15 dargestellt sind. Mit dem Bezugszeichen 34 sind Ausnehmungen angedeutet, in die die Enden der Gestellbügel 6 nach Fig. 1 und 2 eintreten. Weiter zeigt Fig. 6 die in Fig. 2 nicht sichtbaren Polrücken 35, die die Kerne 14 der Magnetpole 11 miteinander verbinden. Schließlich zeigen Fig. 6 und 8, daß je sechs Magnetpole 11a bis 11f bzw. 11g bis 11l je einen Halbmagneten A bzw. B bilden, die in bekannter Weise mechanisch mit dem Schweberahmen 16 für den Wagenkasten 17 (Fig. 1) des Magnetschwebefahrzeugs 1 gekoppelt sind.

Elektrisch werden die Magnetpole 11, wie Fig. 8 zeigt, jeweils einzeln und unabhängig voneinander gesteuert. Dazu ist im Halbmagneten A jedem Magnetpol 11a bis 11f je eine Magnetpoleinheit 36a bis 36f zugeordnet, die je einen zugehörigen Regelkreis 18 und einen zugehörigen, mit einem Hochsetzsteller od. dgl. versehenen Spannungswandler 24 gemäß der obigen Beschreibung enthält. Ferner ist jede Magnetpol-Wicklung 12 (z. B. speziell eine Wicklung 12d des Magnetpols 11d) über Leitungen 37 mit einer zugehörigen Magneiteinheit (z. B. speziell der Magnetpoleinheit 36d) und dem in ihr enthaltenen Regelkreis 18 und jede Lineargenerator-Wicklung 23 (z. B. speziell eine Wicklung 23d des Magnetpols 11d) über Leitungen 38 mit der zugehörigen Magnetpoleinheit 36d und dem in ihr enthaltenen Spannungswandler 24 gemäß Fig. 4 verbunden. Für alle anderen Magnetpole 11 gilt sinngemäß dasselbe. Außerdem sind die vorhandenen Spaltsensoren 19 über Leitungen 39 mit allen Magnetpoleinheiten 36 verbunden, deren Regelkreisen 18 die jeweiligen Istwerte des Spalts 7 zu übermitteln. Der andere Halbmagnet B ist entsprechend ausgebildet.

Aufgrund der beschriebenen Anordnung enthält jeder Halbmagnet A, B je sechs Magnetpole 11 mit je einer zugeordneten Magnetpoleinheit 36. Wird daher ein Magnetpol 11 oder die zugehörige Magnetpoleinheit 36 defekt, besteht keine Gefahr, daß die Magnetpolanordnung 10 oder ein Halbmagnet A, B insgesamt ausfällt, da die

- 11 -

Nachbar-Magnetpole der defekten Einheit ohne weiteres deren Funktion mit übernehmen können. Daher ist es weder erforderlich, die Regelkreise 18 mit besonderen Sicherungseinrichtungen gegen Fehlsteuerungen der Stellglieder 22 zu versehen, noch treten die schädlichen, kapazitiven Spannungsüberhöhungen auf. Entsprechende Vorteile ergeben sich, wenn die Magnetpole 11 nicht einzeln, sondern paarweise angesteuert werden. Besonders vorteilhaft ist es, daß beim Ausfall irgendeiner Komponente immer nur einer oder höchstens zwei Magnetpole 11, aber nicht sechs oder zwölf Magnetpole 11 eines Halbmagneten oder der ganzen Magnetanordnung 10 ausfallen. Außerdem wird das Spannungsniveau erniedrigt, wodurch die für das Bordnetz vorgesehene Spannung reduziert werden kann.

Im übrigen zeigt Fig. 8 noch eine Besonderheit im Hinblick auf die Magnetpole 11a und 11l, die den Anfang bzw. das Ende der Magnetanordnung 10 bilden. Da diese Magnetpole 11a, 11l als halbe Pole ausgebildet sind, so daß kein Platz für die Anbringung einer Lineargenerator-Wicklung 23 vorhanden ist, wird die zugehörige Magnetpoleinheit 36a bzw. 36l zweckmäßig vom Bordnetz aus mit Strom versorgt, wie in Fig. 8 durch eine Leitung 40 angedeutet ist.

Entsprechend kann im Hinblick auf die Steuerung der Magnetpole 32 des Führungsmagneten vorgegangen werden.

Die Erzeugung der Bordenergie mit Hilfe von Lineargeneratoren funktioniert nur in Fahrwegabschnitten, in denen die Geschwindigkeit des Magnetschwebefahrzeugs 1 eine bestimmte Mindestgröße erreicht. In anderen Fahrwegabschnitten erfolgt die Energieerzeugung daher mit Hilfe von am Fahrweg verlegten Stromschienen, denen mechanische oder mechanisch-pneumatische Stromabnehmer 41 (Fig. 8) zugeordnet sind. Die Stromabnehmer 41 sind zusätzlich zu den Wicklungen 23 vorhandene Bestandteile der Energieversorgungseinheit insgesamt und werden entsprechend Fig. 8 bei Einzelpolansteuerung mit jeder einzelnen Magnetpoleinheit 36 verbunden. Außerdem führt der Ausgang des Stromabnehmers 41 über einen geeigneten, z. B. einen Hochsetzsteller enthaltenden Spannungswandler 42 zur Leitung 40. Wie Fig. 2 und 5

- 12 -

zeigen, ist der Stromabnehmer 41 z. B. in dem mit der Verkleidung 28 aerodynamisch abgedeckten Magnetrücken 15 und damit wie die Wicklungen 23 des Lineargenerators in die autonome Baueinheit der Magnetpolanordnung 10 integriert.

- 5 Da Stromschienen und mechanische Stromabnehmer 41 wegen der Verschleißneigung insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten nicht immer erwünscht sind, ist nach einem weiteren wesentlichen Merkmal der Erfindung vorgesehen, die Energieübertragung vom Fahrweg 3 auf das Magnetschwebefahrzeug 1 auf eine andere Weise berührungslos und vorzugsweise induktiv zu bewirken. Dies ist insbesondere in Fig. 9 gezeigt,  
10 die einen im wesentlichen der Fig. 1 entsprechenden, jedoch vergrößerten schematischen Schnitt zeigt.

- Nach Fig. 9 ist an einer Stelle des Fahrwegs, an der bisher die Stromschiene für den Stromabnehmer 41 (Fig. 8) angeordnet ist, ein als Sendespule ausgebildeter Primärleiter 15 44 vorgesehen, der vorzugsweise je einen hin- und herlaufenden Leitungsabschnitt 44a, 44b enthält und sich zweckmäßig über die gesamte Länge des Fahrwegs 2, 3 erstreckt. Die beiden Leitungsabschnitte 44a, 44b sind z. B. mittels einer aus einem Isolator bestehenden Halterung 45 am Träger 2 befestigt. Der Primärleiter 44 liegt außerdem an einer nur schematisch dargestellten, vorzugsweise hochfrequenten  
20 Spannungsquelle 46 von z. B. 300 V.

- Am Magnetschwebefahrzeug 1 ist anstelle des Stromabnehmers 41 eine Empfänger-  
spule 47 montiert. Diese ist vorzugsweise so ausgebildet, daß sie den Primärleiter 44 nicht umgreift, sondern diesem mit einem geringen Abstand gegenübersteht. Dadurch  
25 ist es möglich, die Empfängerspule 47 wie die übrigen beschriebenen Komponenten der Regelkreise 18 und der Energieversorgungseinheiten erfindungsgemäß im Magnetrücken 15 unterzubringen und mit der aus einem elektrisch isolierenden Material bestehenden Verkleidung 28 abzudecken.

- 30 Nach einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Halterung 45 in der Weise klappbar ausgebildet, daß der Primärleiter 44 nach oben oder unten schwenkbar

am Träger 2 montiert ist und abschnittsweise weggeschwenkt werden kann. Es kann dann vermieden werden, daß der Primärleiter 44 bei Arbeiten, bei denen er im Weg ist, völlig demontiert werden muß.

- 5 Fig. 10 bis 13 zeigen in einer der Fig. 5 ähnlichen Darstellung die Ausbildung der Empfängerspule 47, die aus Gründen der Redundanz zweckmäßig zwei Hälften 47a und 47b aufweist, die je einem der oben beschriebenen Halbmagneten A, B zugeordnet sind und daher im Ausführungsbeispiel eine Länge von je ca. 1500 mm aufweisen. Dabei besteht jede in Fig. 10 und 12 mit einer dicken Linie dargestellte Hälfte 47a, 10 47b vorzugsweise aus einer Mehrzahl von parallelen Leitern 47c (Fig. 13), die so relativ zum Primärleiter 44 angeordnet sind, daß sie von den von diesem bzw. den Leitungsabschnitten 44a, 44b erzeugten, konzentrischen magnetischen Feldlinien durchdrungen und an ihren nicht dargestellten Anschlüssen die vom Primärleiter 44 gelieferte Spannung von ca. 300 V ausgekoppelt werden kann. Die beiden Anschluß- 15 enden können daher analog zu Fig. 8 mit den Magnetpoleinheiten 36 bzw. dem Spannungswandler 42 verbunden werden. Dabei ist klar, daß zweckmäßig an beiden Seiten des Trägers 2 entsprechende Primärleiter 44 verlegt werden, wenn die Magnetschwebefahrzeuge 1 an beiden Längsseiten mit Magnetanordnungen 10, 10a versehen sind.
- 20 Die Empfängerspule 47 wird vorzugsweise als vorgefertigte Baugruppe gemeinsam mit den notwendigen Kontaktierungselementen, z. B. Steckverbindern, hergestellt und am Magnetrücken 15 oder der Verkleidung 28 so montiert, daß sie ein Teil der von der Magnetanordnung 10 gebildeten autonomen Baueinheit bildet.
- 25 Ein wesentlicher Vorteil der berührungslosen Energieübertragung besteht darin, daß sie verschleißarm arbeitet und die ausgekoppelte Energie wie bei Anwendung einer Stromschiene von der Fahrtgeschwindigkeit unabhängig ist. Außerdem ergibt sich vielfache Redundanz, da pro Magnetanordnung 10 je zwei Spulenhälften 46a, 46b 30 vorhanden sind. Weiter können die Wicklungen 23 des Lineargenerators und bei entsprechender Auslegung sogar die Hochsetzsteller und Bordbatterien entfallen. Eine

22

- 14 -

etwaige Notstromversorgung könnte dann mit einfachen, auf der Fahrwegseite angeordneten Bleibatterien sichergestellt werden.

- Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, die auf
- 5 vielfache Weise abgewandelt werden können. Dies gilt insbesondere für die Zahl der pro Magnetschwebefahrzeug insgesamt vorhandenen Magnetanordnungen 10, 10a und den Aufbau von Modulen aus den Magnetanordnungen 10, 10a zu Tragmagneten, Führungsmagneten oder Kombinationen von Trag- und Führungsmagneten. Weiter kann die
- 10 Zahl der Magnetpole 11, 32 pro Trag- oder Führungsmagnet anders als beschrieben gewählt werden. Schließlich versteht sich, daß die verschiedenen Merkmale auch in anderen als den dargestellten und beschriebenen Kombinationen angewendet werden können.



- 15 -

Ansprüche

1. Magnetanordnung für ein Magnetschwebefahrzeug (1) mit wenigstens einem aus einem Kern (14) und einer Wicklung (12) gebildeten Magnetpol (11), einem mit der Wicklung (12) verbundenen Regelkreis (18) und einer Energieversorgungseinheit (23, 24; 24, 41; 24, 47) zur Bereitstellung zumindest der für den Regelkreis (18) benötigten elektrischen Energie, dadurch gekennzeichnet, daß sie als eine autonome Baueinheit ausgebildet ist, die den Magnetpol (11), den Regelkreis (18) und die Energieversorgungseinheit (23, 24; 24, 41; 24, 47) in sich vereinigt.
2. Magnetanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen zur Befestigung an einem Wagenkasten (17) des Magnetschwebefahrzeugs (1) bestimmten Magnetrücken (15, 15a) aufweist und der Regelkreis (18) und die Energieversorgungseinheit (23, 24) im Magnetrücken (15) untergebracht sind.
3. Magnetanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Mehrzahl von Magnetpolen (11) aufweist, deren Wicklungen (12) elektrisch in Reihe geschaltet und mit dem Regelkreis (18) verbunden sind.
4. Magnetanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetpole (11) zu wenigstens zwei, an je einen zugeordneten Regelkreis (18) angeschlossenen Gruppen von Magnetpolen zusammengefaßt sind und beide Regelkreise (18) Bestandteile der Baueinheit sind.
5. Magnetanordnung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Energieversorgungseinheit in wenigstens einem Magnetpol (11a) eine Wicklung (23) eines Lineargenerators aufweist.
6. Magnetanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Energieversorgungseinheit wenigstens eine Empfängerspule (47) für eine berührungslose, induktive Energieübertragung enthält.

- 16 -

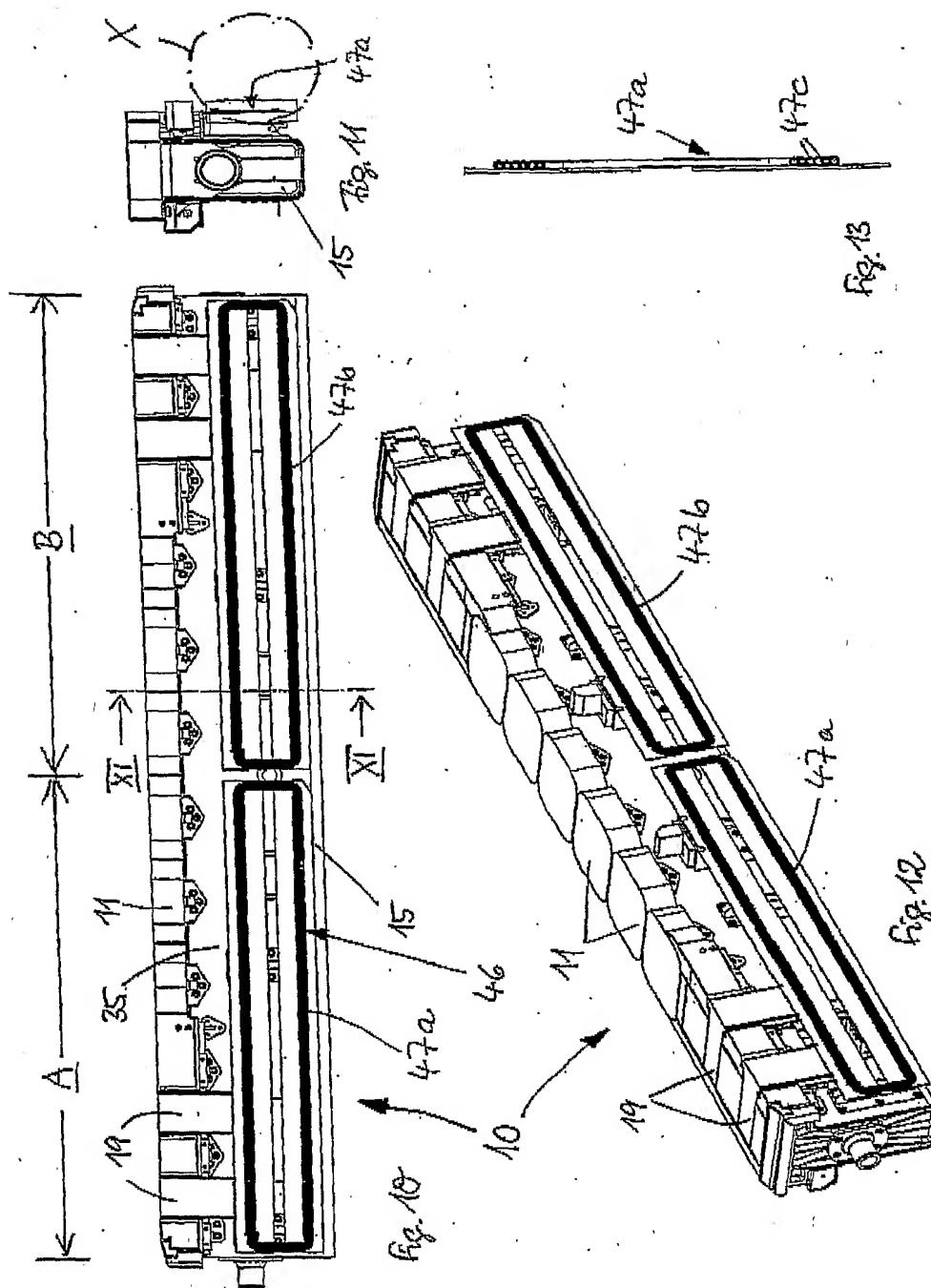
7. Magnetanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Energieversorgungseinheit wenigstens einen Stromabnehmer (41) enthält.
8. Magnetanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß  
5 der Magnetrücken (15) als Hohlkörper ausgebildet ist und der Regelkreis (18) und/oder zumindest der Spannungswandler (24) der Energieversorgungseinheit als Einschiebe (30) in den Magnetrücken (15) eingesetzt sind.
9. Magnetanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß  
10 sie als Tragmagnet (5) und/oder als Führungsmagnet (9) ausgebildet ist.
10. Magnetanordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetpole (11) einzeln oder paarweise je eine Gruppe bilden.
- 15 11. Magnetanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Lineargenerator mit einem in der Baueinheit untergebrachten Spannungswandler (24) der Energieversorgungseinheit verbunden ist.
12. Magnetanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet,  
20 daß die Energieversorgungseinheit wenigstens eine in die Baueinheit integrierte Pufferbatterie enthält.
13. Magnetanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie als ein den Tragmagneten (5) und den Führungsmagneten (9) aufweisendes Modul  
25 ausgebildet ist.
14. Magnetanordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Tragmagnet (5) oder der Führungsmagnet (9) einen Magnetrücken aufweist, in den alle für das Modul benötigte Regelkreise (18) und Energieversorgungseinheiten (23, 24; 24, 41; 24, 47) integriert sind.

2

- 17 -

Zusammenfassung

- Es wird eine Magnetanordnung (10) für ein Magnetschwebefahrzeug beschrieben. Die Magnetanordnung (10) enthält wenigstens einen Magnetpol (11), der aus einem Kern (14) und einer auf diesem angebrachten Wicklung (12) gebildet ist, einen mit der Wicklung (12) verbundenen Regelkreis und eine Energieversorgungseinheit zur
- 5 Bereitstellung zumindest der für den Regelkreis benötigten elektrischen Energie.
- Erfindungsgemäß ist die Magnetanordnung (10) als eine autonome Baueinheit ausgebildet, die den Magnetpol (11), den Regelkreis und die Energieversorgungseinheit in sich vereinigt (Fig. 5).



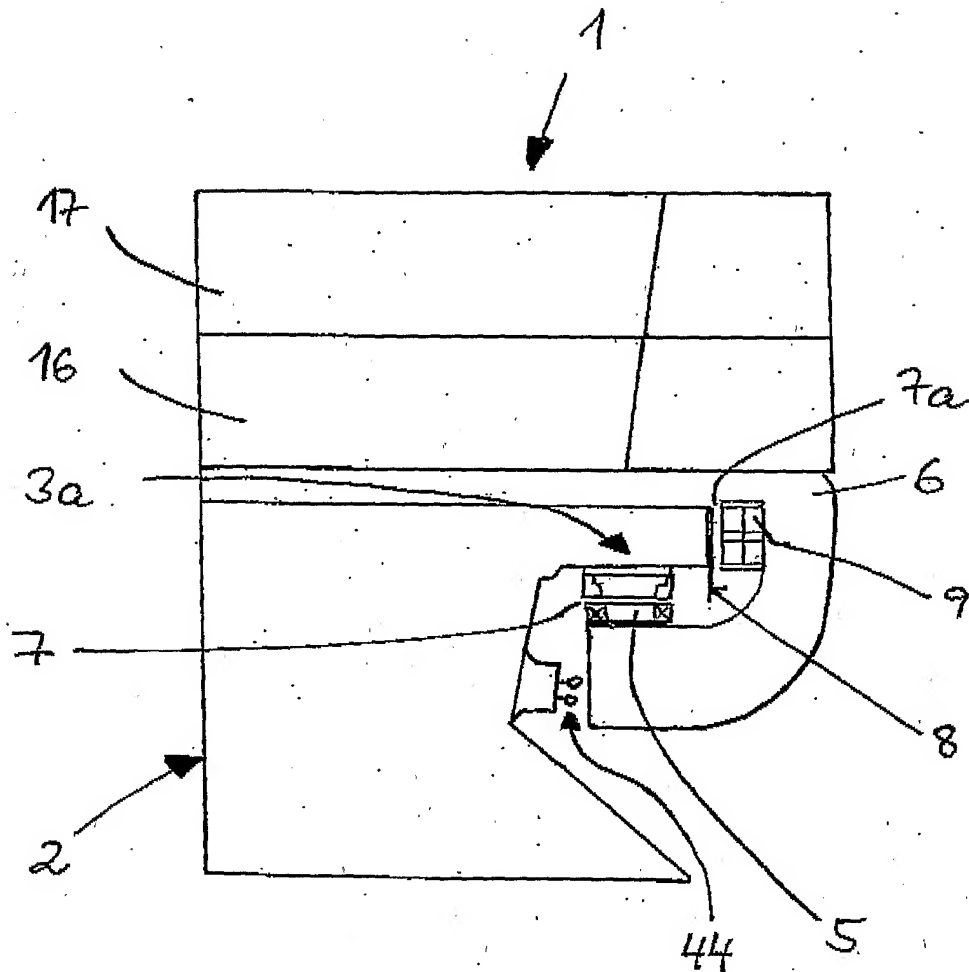


Fig. 1

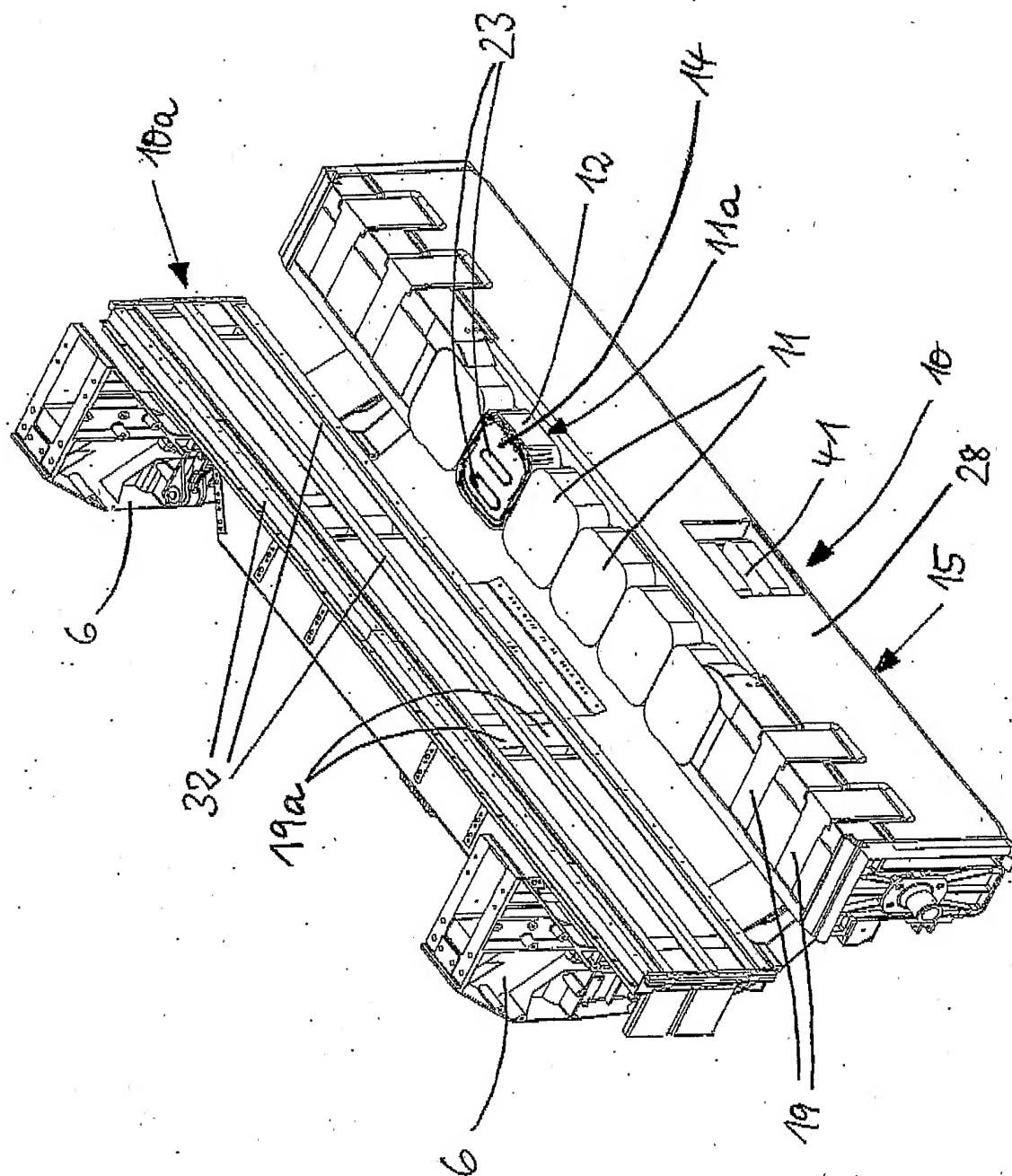


Fig. 2

u

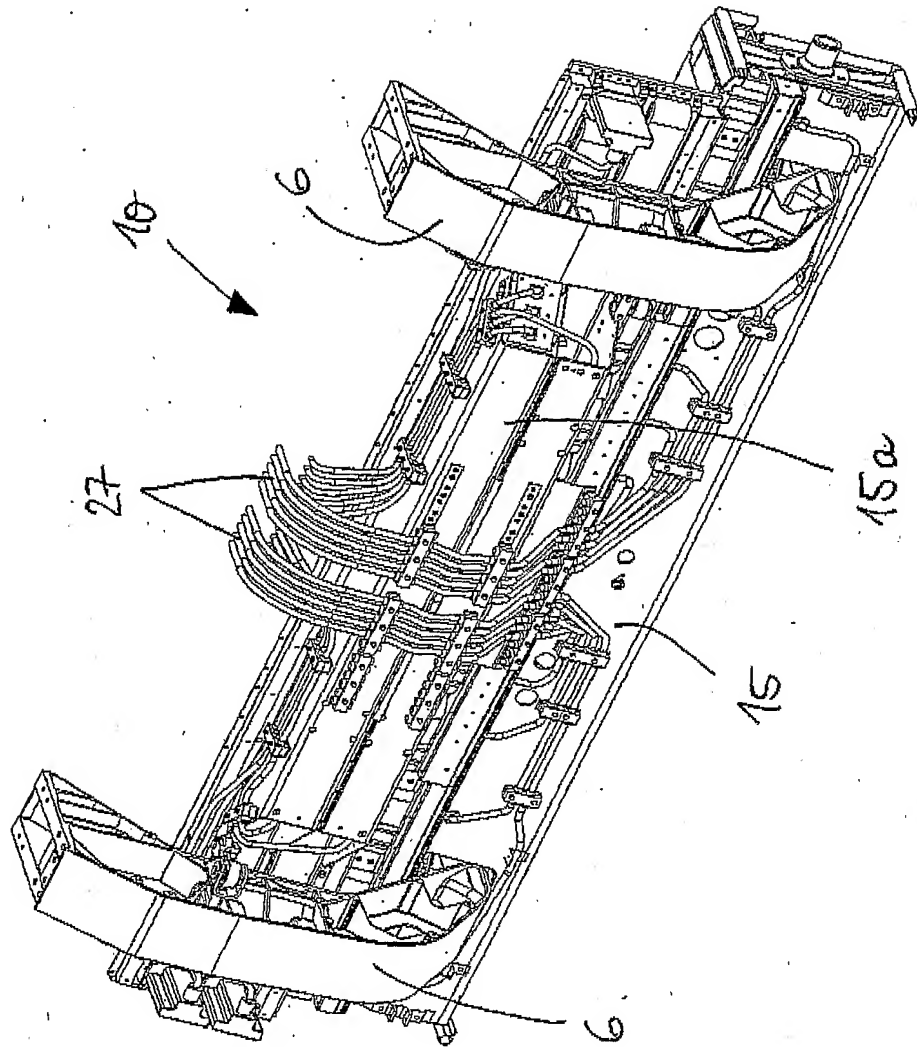
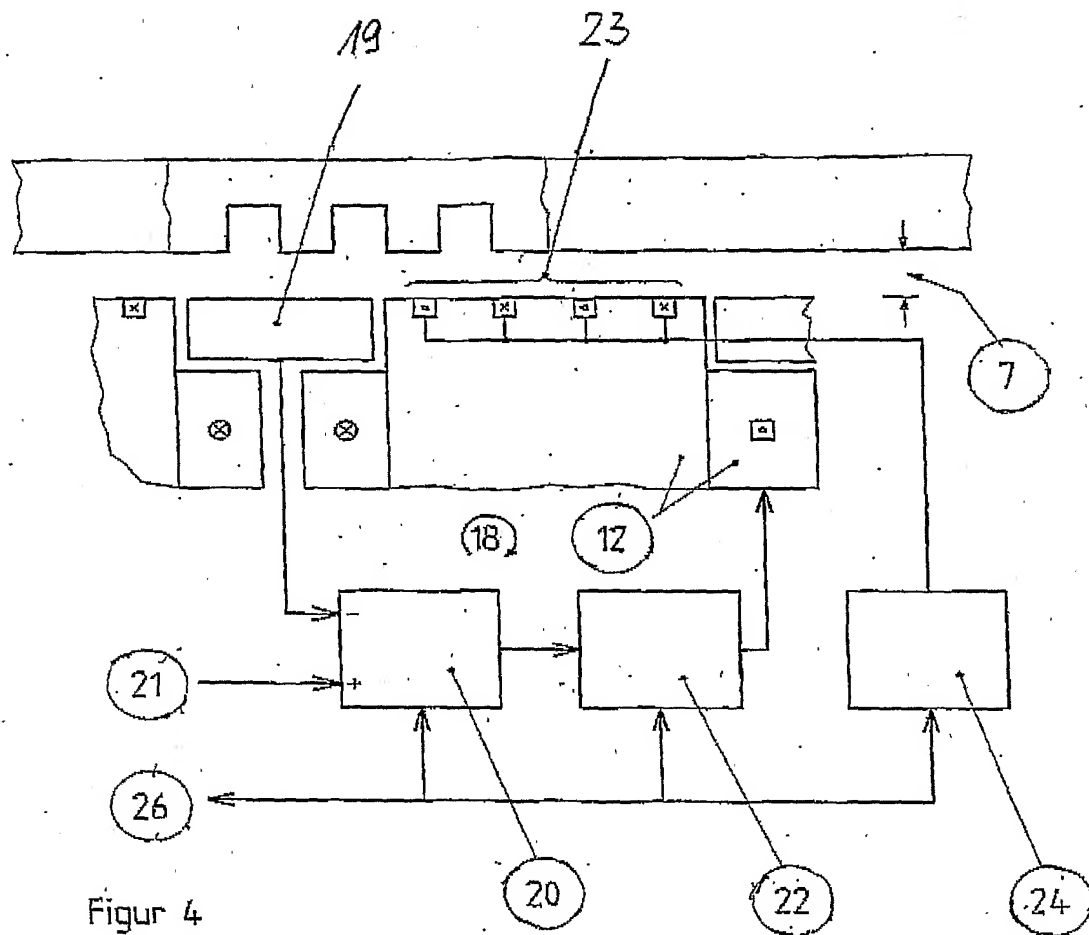


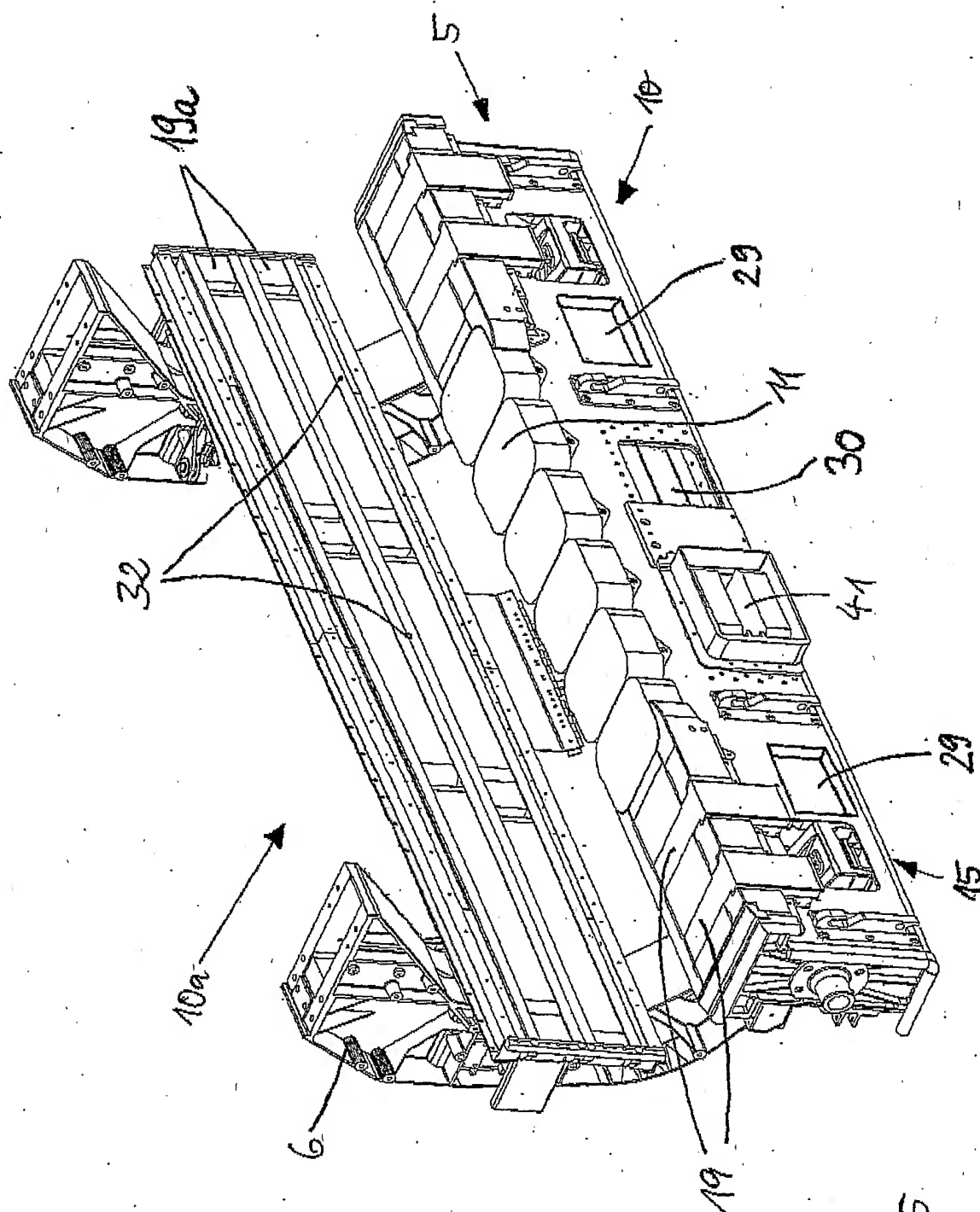
Fig. 3

23

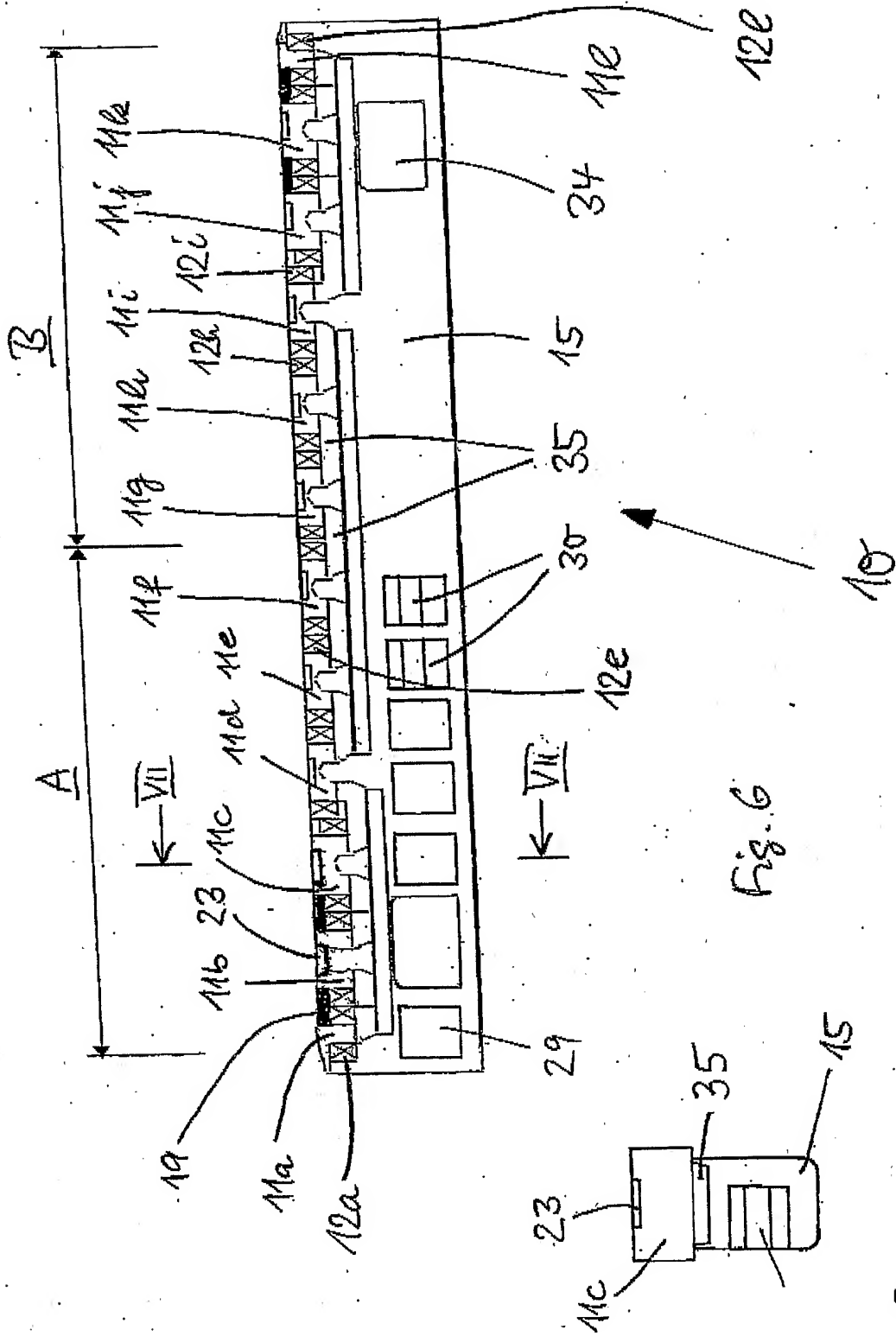


Figur 4





585



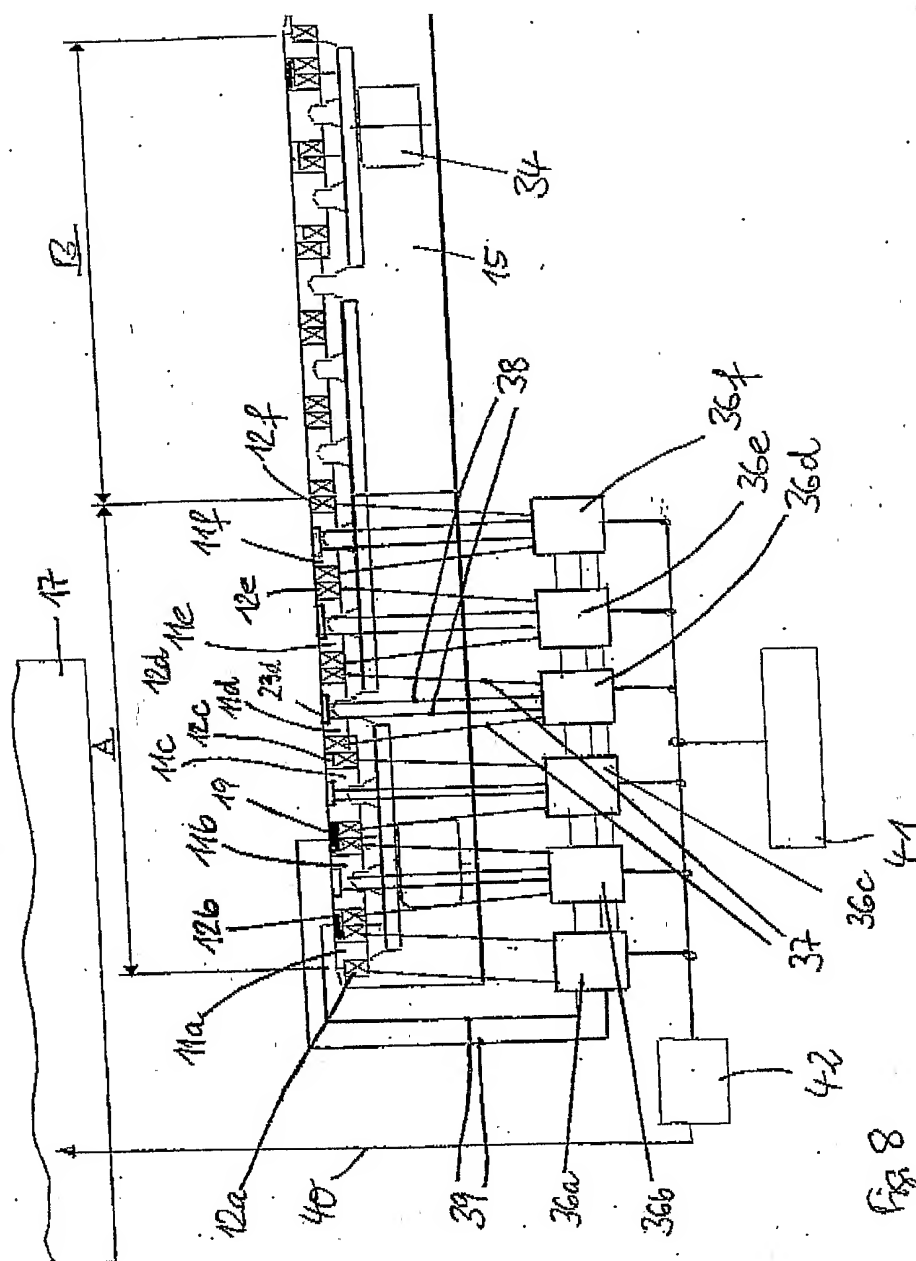


Fig. 8

